

DOI: 10.26693/jmbs02.05.120

УДК 616.3: 628.1.033: 502.175: 711.454

Зайцев В. В.¹, Рублевська Н. І.¹, Красота Т. В.²,
Баннікова Я. В.², Підберезна І. І.²

ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННИХ РИЗИКІВ ВІД СПОЖИВАННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ У м. ДНІПРО ТА У м. КАМ'ЯНСЬКЕ

¹ ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», Дніпро, Україна

² ДУ «Дніпропетровський обласний лабораторний центр МОЗ України», Дніпро, Україна

mka1320297@gmail.com

Для забезпечення 80 % населення України питною водою використовують поверхневі вододжерела господарсько-питного водопостачання, якість води яких погіршується в останні роки. Серед багатьох причин незадовільного стану вододжерел в Україні найбільш вагомою є скидання стічних вод.

Недостатньо очищені або неочищені стічні води забруднюють вододжерела органічними речовинами, зваженими частками, патогенними і умовно патогенними бактеріями, цистами простих, вірусами, яйцями гельмінтів. Для забезпечення епідемічної безпеки питної води використовують знезаражування.

Найбільш розповсюдженим методом є хлорування. При взаємодії органічних речовин, які містяться у воді вододжерела зі сполуками хлору утворюється ряд хлорорганічних речовин (ХОС), серед яких 75% становить хлороформ. Небезпека ряду ХОС, таких як чотирихлористий вуглець, бромдихлорметан, дибромхлорметан, хлоральгідрат, пов'язана з їхніми вираженими кумулятивними властивостями. Деякі ХОС мають здатність викликати найбільш несприятливий із усіх віддалених ефектів – розвиток злоякісних пухлин. Доведено, що найбільш токсичними канцерогенами для людини є ХФ, чотирихлористий вуглець, 2,4,6-трихлорфенол, бромдихлорметан, які віднесено до групи 2Б за класифікацією Міжнародної організації по дослідженню раку.

Для проведення досліджень були використані дані, щодо вмісту хлороформу у воді вододжерела, воді з резервуару чистої води насосно-фільтрувальної станції, що забезпечують населення питною водою. Проведена гігієнічна оцінка та розрахунок канцерогенного ризику для населення міст Дніпро та Кам'янське.

Ключові слова: питна водопровідна вода, хлорорганічні сполуки, хлороформ, канцерогенний ризик.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота є фрагментом НДР «Наукове обґрунтування еколого-гігієнічних заходів, щодо попередження негативного впливу техногенних факторів на довкілля та стан здоров'я населення», № держ. реєстрації 0108U011276.

Вступ. Для забезпечення 80 % населення України питною водою використовують поверхневі вододжерела господарсько-питного водопостачання, якість води яких погіршується в останні роки. Серед багатьох причин незадовільного стану вододжерел в Україні найбільш вагомою є скидання стічних вод [1].

Вченими України, Росії, Сполучених Штатів Америки та інших країн доведено, що одним з важливих чинників, що впливають на стан здоров'я населення і умови їх проживання, є якість вживаної питної води. Тому забезпечення дитячого і дорослого населення достатньою кількістю доброякісної питної води – важливе завдання та актуальна проблема для будь-якої держави у світі в умовах сьогодення [2]. Під доброякісністю питної води розуміють наявність у неї сприятливих органолептичних властивостей, нешкідливості хімічного складу і змісту радіонуклідів, безпека в епідемічному відношенні і фізіологічна повноцінність [3].

Для України забезпечення населення якісною питною водою є також однією з пріоритетних проблем, вирішення якої необхідне для збереження здоров'я і підвищення рівня життя населення. Для цього була розроблена та прийнята загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006–2020 роки [5]. Метою Програми є забезпечення гарантованих Конституцією України прав громадян на достатній життєвий рівень та екологічну безпеку шляхом забезпечення питною водою в необхідних обсягах та відповідно до встановлених нормативів. Згідно програми оптимальним варіантом розв'язання проблеми є реалізація державної політики щодо розвитку та реконструкції систем централізованого водопостачання та водовідведення; охорони

джерел питного водопостачання; доведення якості питної води до вимог державних стандартів; нормативно-правового забезпечення у сфері питного водопостачання та водовідведення; розроблення та впровадження науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок із застосуванням новітніх матеріалів, технологій, обладнання та приладів [6].

Специфіка питного водопостачання в нашій країні полягає в тому, що воно на 75% базується на використанні води з поверхневих вододжерел, якість води яких залежить від їх санітарно-екологічного стану. Зростання ризику і зниження безпеки систем водопостачання пояснюється, по-перше, значним зменшенням запасів води; а по-друге - різким погіршенням якості природних вод. Стан річної води в Україні оцінюється за гідрохімічними показниками від слабо до сильно забрудненого [8]. Дослідження вітчизняних вчених за останні роки довели, що кожна 4-5 проба води з цих водоймищ не відповідає гігієнічним нормам за санітарно-хімічними показниками, і кожна 3-4 - за мікробіологічними [9]. З поверхневих джерел за бактеріологічними показниками тільки 2% знаходяться в задовільному стані, а 65% - не придатні для водокористування. Найбільша забрудненість спостерігається у басейнах річок Дніпро, Сіверський Донець, Дністер і Південний Буг [8].

Серед багатьох причин незадовільного стану вододжерел в Україні найбільш вагомою є скидання стічних вод 2085 об'єктів, що мають 1276 випусків господарчо-побутових і 828 випусків промислових стічних вод. З них у водойми поступає без очищення близько 35% стічних вод, а з невідповідним санітарним нормам очищенням - 39% [11]. Поступаючи у водойми, недостатньо очищені або неочищені стічні води забруднюють їх органічними речовинами, зваженими частками, патогенними і умовно патогенними бактеріями, цистами простих, вірусами, яйцями гельмінтів. А з промисловими стічними водами у водойми потрапляє велика кількість токсичних і канцерогенних хімічних речовин. Пріоритетними забрудненнями впродовж багатьох років залишаються органічні сполуки, зважені речовини, нафтопродукти, феноли, синтетичні ПАВ, важкі метали і ін. Результати моніторингу якості поверхневих вод в місцях водозаборів питних водопроводів України свідчать про те, що концентрації шкідливих хімічних речовин наближаються до гранично допустимих (ГДК), а в деяких випадках навіть перевищують їх. При такому положенні різко ускладнюється можливість отримання якісної питної води, оскільки існуючі водопровідні очисні споруди практично не забезпечують бар'єрну функцію по відношенню до техногенних хімічних речовин - вони

транзитом поступають в питну воду. Крім того, питна вода, отримана з поверхневих водойм, потенційно небезпечна у інфекційному відношенні, оскільки технології її очищення не гарантують видалення вірусів, бактерій, грибів, гельмінтів та їх яєць [11].

Статистика ВООЗ свідчить, що більше ніж 2000 хвороб виникають через споживання неякісної питної води. Багаточисленними гігієнічними дослідженнями виявлений взаємозв'язок між кількістю злоякісних новоутворень і споживанням хлорованої питної води. Припускають, що зі 100 випадків захворювань злоякісними новоутвореннями від 20 до 35 випадків (особливо товстого кишківника та сечового міхура) обумовлене споживанням хлорованої питної води [13]. Основними продуктами, які утворюються при дезінфекції природної води хлором - є тригалометани (ТГМ) та галогенооцтові кислоти (ГОК). За даними ВООЗ два вказаних класу хлорорганічних сполук мають схожі канцерогенні властивості, проявляють токсичні та мутагенні ефекти і мають високу біопроникність. В зв'язку з цим в країнах Євросоюзу та США контроль якості питної води, яка пройшла знезараження хлором, проводять по вмісту 4 ТГМ та шести ГОК, сумарні гранично допустимі концентрації (ГДК) яких становлять 0,008 мг/дм³ та 0,06 мг/дм³ відповідно (Нормативи агентства з охорони навколишнього середовища США- US EPA) [14].

За даними ДУ «ІГЗ НАМН України» найвищий вміст хлороформу у хлорованій питній воді відмічається в областях, що забезпечуються водою з Дніпровського басейну, який є основним джерелом водопостачання населення України (понад 35 млн людей) [20].

На водопровідних станціях України для очищення та знезараження поверхневих вод використовують різні хлорагенти: хлор-газ, хлорамін, гіпохлорит звичайний, гіпохлорит електролітичний, хлорвмісні оксиданти, діоксид хлору та інші. З цього переліку найчастіше застосовують хлор-газ, хлораміачну воду та гіпохлорити. За винятком діоксиду хлору, який використовується на поодиноких водопровідних станціях країни, застосування інших хлорагентів призводить до утворення як летких, так і не летких токсичних ХОС [17].

Найбільша частина ХОС у воді з поверхневого водозбору утворюється при взаємодії органічних сполук з хлором на початковій стадії оброблення вихідної води вже в перші хвилини (у змішувачі та камері реакції). Утворення ТГМ залежить від складу та ступеню органічного забруднення природної води, дози хлору, часу контакту тощо. Концентрація органічних сполук має сезонні коливання та збільшується на весні та влітку, що пов'язано з

підвищенню рівня органіки у воді та приводить до збільшення доз хлору для її очищення та знезараження. Саме в ці періоди року утворюються найбільші концентрації хлороформу у водопровідній питній воді. На відміну від органічних речовин природного походження, які містяться у воді поверхневих вододжерел переважно у зв'язаному або колоїдному стані і видаляються на стадіях водопідготовки в середньому на 50%, леткі ХОС перебувають у розчиненому стані, не затримуються на традиційних водоочисних спорудах і транзитом надходять до питної води, що створює ризик для здоров'я населення [18].

Слід відмітити, що незважаючи на те що тривале споживання хлорованої води пов'язане з канцерогенним ризиком, метод хлорування є найбільш ефективним для знезараження води та немає економічно прийнятної альтернативи. Отже, розрахунок канцерогенного ризику від споживання водопровідної води та його гігієнічна оцінка для населення м. Дніпро та м. Кам'янське є актуальним напрямком досліджень.

Мета роботи. На підставі гігієнічної оцінки вмісту хлороформу у водопровідній питній воді, що споживається населенням, розрахувати канцерогенний ризик та обґрунтувати необхідність заходів направлених на зниження вмісту ХОС у питній воді.

Об'єкт та методи дослідження. В якості «основних» або експериментальних об'єктів було обрано питну хлоровану водопровідну воду Кайдацької, Аульської та Ломовської насосно-фільтрувальних станцій (НФС), які забезпечують водою м. Дніпро та м. Кам'янське. Для вирішення поставлених завдань була розроблена програма досліджень, якою передбачалось провести узагальнення та аналіз даних лабораторних досліджень води за матеріалами ДУ «Дніпропетровський обласний лабораторний центр МОЗ України» за період 2007–2015 роки, визначалися показники хлороформу.

Дані отримані з журналів обліку результатів досліджень питної води централізованого та децентралізованого водопостачання – форма №326/у. Усього було проаналізовано понад 1000 проб води.

При виконанні роботи були використані наступні методи:

- санітарно-хімічний метод дослідження питної води;
- газохроматографічне визначення тригалометанів у питній воді, згідно з МУК 10.1.2-0052-98 «Газохроматографическое определение тригалометанов (хлороформа) в воде»;
- гігієнічний метод для оцінки вмісту ХОС у питній за ДСанПіН 2.2.4-171-10₁
- визначення рівня ризику проводилося згідно методичним вказівкам МУ 2.2.4-122-2005

«Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від споживання хлорованої питної води»;

- основні статистичні характеристики при проведенні статистичної обробки отриманих результатів дослідження включали: кількість спостережень (n), середню арифметичну (M), похибку середньої величини (m), стандартне відхилення (σ);
- формування бази даних, їх статистична обробка, графічне зображення проведено з використання програми «Microsoft Excel 2010».

Результати дослідження та їх обговорення.

Велике значення для утворення ХОС має органічне забруднення води вододжерела, зокрема гуміновими та фульвокислотами, наявність яких у воді визначається кольоровістю. Так для води р. Дніпро характерно високі рівні кольоровості 50 – 120 град., що збільшує ймовірність виникнення великих концентрацій ХОС.

Рівень ХФ у воді вододжерела за даними багаторічних спостережень нижче чутливості методу та складав за $XФ < 5 \text{ мкг/дм}^3$, що достовірно нижче гігієнічного нормативу ($p < 0,05$) (табл. 1). Тобто, увесь обсяг ХФ утворюється на водопроводі за рахунок хлорування води р. Дніпро.

Оцінка вмісту ХОС у водопровідній воді м. Дніпро та м. Кам'янське проведена за результатами досліджень рівня хлороформу (ХФ) у резервуарах чистої води трьох насосно-фільтрувальних станцій: Аульська, Кайдацька та Ломовська у динаміці за 2007–2015 рік за середньорічними показниками.

КП ДОР «Аульський водовід» (сmt Аули, Криничанського району) здійснює централізоване водопостачання населення та підприємств мм. Кам'янське, Дніпра, Новомосковська, Верхньодніпровська, сmt Кринички та майже 20 сільських населених пунктів Дніпропетровської області, де мешкають разом майже 1,5 млн. чоловік. При проектній потужності водопроводу 600 тис.м³/добу фактичне навантаження у середньому за останні 5 років становило близько 360 тис.м³/добу. На водопроводі здійснюється подвійне хлорування питної води скрапленням хлором з контейнерів, доза хлору визначається виробничою лабораторією підприємства щокварталу. Первинне знезараження води проводиться скрапленням хлором дозою в залежності від часу року, у середньому 1,8 мг/дм³. Перед РЧВ здійснюється вторинне хлорування, сумарна доза хлору не перевищує 3 мг/дм³. Залишковий вільний хлор після РЧВ – у межах 0,3-0,5 мг/дм³ після 30 хвилин контакту хлору з водою, що відповідає гігієнічним вимогам (п.3.14 [4]).

КП «Кайдацький водовід» забезпечує питною водою населення та підприємства правого берега

Таблиця 1 – Вміст хлороформу у воді р. Дніпро, мкг/дм³

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Норматив	60 мкг/дм ³								
Січень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Лютий	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Березень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Квітень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Травень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Червень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Липень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Серпень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Вересень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Жовтень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Листопад	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Грудень	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005

м. Дніпро, проектна потужність станції становить 260 тис. м³ на добу.

КП «Ломовська НФС», проектна потужність якої становить 100 тис. м³ на добу, експлуатується з 1968 і забезпечує питною водою населення та підприємства, які знаходяться на лівому березі м. Дніпро.

Аналіз і узагальнення отриманих результатів щодо рівня ХОС у водопровідній воді основних водозаборів міста Дніпро та Кам'янське свідчать про стале забруднення води, що надходить до водорозподільчої мережі хлороформом на протязі всього періоду спостереження (табл. 2).

Найбільший вміст хлороформу був зареєстрований у воді водопровідній, яка надходить до водорозподільчої мережі міста Дніпро з Кайдацької та Ломовської НФС.

Так, у резервуарах чистої води Кайдацької НФС середньорічні показники вмісту хлороформу знаходилися на рівні 70 – 198 мкг/дм³, тобто

1,1 – 3,28 ГДК. Починаючи з 2007 року спостерігається тенденція до росту забруднення води хлоро-органічними сполуками з $63,27 \pm 7,65$ мкг/дм³ до $197,3 \pm 1,64$ мкг/дм³ у 2011 році, що становить 1,05– 3,28 ГДК відповідно. У 2012 році відмічається деякий зниження забруднення ХФ до 173 мкг/дм³ (2,9 ГДК) з подальшим спадом на протязі 2013 та 2014 року до 1,5 ГДК. В 2015 році можна відмітити знову підвищення до рівня 151,1 мкг/дм³, що перевищує ГДК в 2,5 рази.

Така ж ситуація спостерігається на Ломовській НФС, де з 2007 до 2012 року спостерігається постійний ріст вмісту ХФ у воді з резервуару чистої води, що у відношенні до ГДК становить 1,05– 3,28 рази. І тільки у 2013 та 2014 році відмічається спад, що у відношенні з нормативом становить 1,66 рази. А у 2015 році знову різкий підйом з перевищенням гранично допустимої концентрації у 2,8 рази (168,3 мкг/дм³).

Таблиця 2 – Середньорічний вміст хлороформу у питній воді м. Дніпро та м. Кам'янське, мкг/дм³, M±SD

Рік	КП "Аульський водовід, м. Кам'янське	Кайдацький водовід, м. Дніпро	Ломовський водовід, м. Дніпро
2007	100,91 ± 2,4	63,27 ± 7,65	66,8±7,02
2008	97,08 ± 2,4	72,90 ± 4,05	72,63±5,62
2009	102,08 ± 3,6	86,72 ± 6,78	87,18±7,93
2010	98,66 ± 1,6	143,25 ± 15,61	146,41±12,83
2011	108,91 ± 2,3	197,3 ± 1,64	197,5± 1,52
2012	103,25 ± 1,9	173,4 ± 9,85	196,4±3,28
2013	–	100 ± 0	100± 0
2014	–	92,7 ± 3,52	98,81 ±0,88
2015	73,62± 1,5	151,12 ± 5,3	168,25±6,71
В середньому за період спостереження	97,8±3,7	120,07 ± 15,8	126 ±17,2
Відношення до ГДК	1,63	2	2,1

Таблиця 3 – Канцерогенний ризик при споживанні водопровідної води за період 2007–2015 р.р.

Рік	Аульський водовід, м. Кам'янське	Кайдацький водовід, м. Дніпро	Ломовський водовід, м. Дніпро
2007	134,08	84,06	88,75
2008	128,98	96,86	96,50
2009	135,63	115,22	115,83
2010	131,09	190,32	194,53
2011	144,70	262,13	262,39
2012	137,18	230,37	260,93
2013	–	132,86	132,86
2014	–	123,16	131,29
2015	97,81	200,78	223,53
Середнє значення	130	160	167

На Аульській НФС спостерігається стає забруднення води хлорорганічними сполуками. Середньорічні показники хлороформу знаходяться на рівні 90–110 мкг/дм³, що становить 1,5–1,8 ГДК. Максимальний середньорічний вміст хлороформу зафіксований у 2011 році на рівні 108,91 ± 2,3 мкг/дм³. Мінімальний у 2015 році – 73,62 ± 1,5 мкг/дм³. Таким чином, Аульська НФС, Ломовська НФС та Кайдацька НФС постійно, на протязі 2007–2015 років не спроможна за проектною технологією забезпечити очистку питної води відповідно до вимог ДСанПіН 2.24-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» за показниками ХОС, насамперед ХФ (р<0,05). ХОС (ХФ) утворюються внаслідок хлорування води р. Дніпро, тому що у воді вододжерела хлороформ достовірно відсутній. Середній рівень ХФ за період 2007 – 2015 року для КП «Аульський водовід» становить 96,19±3.9мкг/дм³, що перевищує ГДК у 1,6 рази, на Кайдацький НФС становить 120,07±15,8 мкг/дм³, що становить 2 ГДК, а на Ломовській НФС знаходиться на рівні 126 ± 17,2 мкг/дм³, що перевищує ГДК у 2,1 рази.

Достовірних змін у рівні ХОС по сезонах року не виявлено, що свідчить про латентне органічне забруднення води водозабору.

При оцінці канцерогенного ризику до уваги береться його загальноновизнана класифікація за чотири діапазонами ризику відповідно до підходів до оцінки ризику для здоров'я людини ВООЗ.

Результат розрахунку канцерогенних ризиків, який проведений згідно МУ 2.2.4-122-2005 «Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від споживання хлорованої питної води» у м. Кам'янське та у м. Дніпро наведений у таблиці 3.

Таким чином споживання протягом життя води з КП «Аульська НФС», яку споживає населення м. Кам'янське, приведе у середньому до 130 додаткових випадків захворювання на рак у когорті населення чисельністю 1 млн. ($130 \cdot 10^{-6}$).

При споживанні питної води, населенням м. Дніпро, з КП «Кайдацька НФС» протягом життя приведе у середньому до 160 додаткових випадків захворювання на рак у когорті населення чисельністю 1 млн. ($160 \cdot 10^{-6}$).

А такий вміст хлороформу, як у воді КП «Ломовська НФС» приведе до 167 додаткових випадків захворювання на рак у когорті населення чисельністю 1 млн. ($167 \cdot 10^{-6}$). Водопровідна вода всієї розподільчої системи мм. Кам'янське та Дніпро (Кайдацької, Аульської, Ломовської НФС) відноситься до третього діапазону ризику – індивідуальний ризик протягом життя більший ніж $1 \cdot 10^{-4}$, але менший ніж $1 \cdot 10^{-3}$. Такий ризик прийнятний для професійних груп, але не прийнятний для населення в цілому. Такий ризик потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів.

Висновки

1. Забруднення питної води хлороформом відбувається на етапі хлорування води з поверхневого вододжерела, оскільки рівень хлороформу у р. Дніпро нижче чутливості методу дослідження (0,5 мкг/л).
2. Вміст хлороформу у питній водопровідній воді, яку споживають мешканці м. Дніпропетровськ в середньому за період спостережень становить: Аульський водовід - 97,8 мкг/л, Кайдацький – 121 мкг/л, Ломовський водовід – 126 мкг/л, що перевищує встановлений норматив у 1,63 – 2,1 рази (р<0,05). Аналіз вмісту хлороформу у питній воді за середньомісячними концентраціями в динаміці за період 2007–2015 рр. свідчить про стійке латентне забруднення.
3. Розрахований канцерогенний ризик для водопровідної води відноситься до третього діапазону ризику – індивідуальний ризик протягом життя більший ніж $1 \cdot 10^{-4}$, але менший ніж $1 \cdot 10^{-3}$. Такий ризик прийнятний для професійних груп, але не прийнятний для населення в цілому. Такий ризик потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів.
4. На підставі результатів проведених досліджень обґрунтована необхідність впровадження заходів з попередження забруднення води ХОС, яка споживається населенням м. Дніпро та м. Кам'янське.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується розробити технічні та технологічні заходи, щодо зменшення рівня ХОС у питній хлорованій воді, що споживається населенням м. Дніпро та м. Кам'янське.

References

1. Kapranov SV, Titamir ON. *Water and health*. Lugansk: Yantar, 2006. p. 5-43. [Russian].
2. Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption: *DSanPiN (ДСанПиН) 2.24-171-10*: 3-27. [Ukrainian].
3. Digital resource. Available from: http://www.who.int/features/factfiles/water/water_facts/en/index1.html.
4. *The Law of Ukraine on the National Program "Drinking Water of Ukraine" for 2006-2020*. From 2005 March 3; 2455 (IV): 29 s. [Ukrainian].
5. *The Law of Ukraine "On the National Target Program" Drinking Water of Ukraine" for 2011-2020*. With changes and additions introduced Law of Ukraine dated 2011 October 20; 3933 (VI): 2 s. [Ukrainian].
6. Toratchyuk VI, Shutenko AL, Aleksandrova EYu, Barzhina AV, Shevchenko EYu. Water Resources Management in Ukraine. *Scientific and Technical Collection*. 2009; 93: 12-29. [Russian].
7. Dushkin SS, Blagodarnaya GI. *Development of scientific bases of resource-saving technologies for the preparation of ecologically pure drinking water. Monographia*. Kharkiv nats acad city hos-va. Kh: KhNAGH, 2009. 95 p. [Russian].
8. Blagodarnaya GI Analysis of the state and ecological safety of drinking water supply systems in Ukraine. *Portal of scientific periodicals*. 2009. 4 s. [Russian].
9. Prokopov VA, Kuzminets ON, Sobol VA. Hygienic assessment of centralized drinking water supply in Ukraine. *Portal Scientific periodicals*. 2007. p. 14-18. Available from: archive.nbuv.gov.ua. [Ukrainian].
10. Goncharuk VV. New concept of providing people with quality drinking water. *Chemistry and Water Technology*. 2008; 30 (3): 239-52. [Russian].
11. Digital resource. Available from: <http://novostiua.net/stati/42712-sostoyanie-pitevoy-vody-v-ukraine.html>.
12. *Drinking water quality control manual*. WHO Recommendations. Volume 1. Geneva, 1986. 347 p. [Russian].
13. *Drinking water quality control manual*. Hygienic criteria and other relevant information. Volume 2. Geneva, 1986. 258 p. [Russian].
14. *Water supply problems*. Fifth International Conference. Penza, 2001. 146 p. [Russian].
15. Mokienko AV, Petrenko NF, Bozhenko AI. Disinfection of drinking water as a factor of influence on the health of the population. *Odessa Medical Journal*. 2006; 2: 8-12. [Ukrainian].
16. *Methodological instructions 10.1.2.0052-98 "Gas chromatographic determination of trihalomethanes (chloroform) in water"*. [Ukrainian].
17. Kirichenko VE, MG Pervova, Pashkevich KI. Organogalic compounds in drinking water and methods of their determination. *Russian Ch Journal*. 2002; XLVI (4): 18-27. [Russian].
18. Prokopov OV, Chichkovskaya GV, Mironets NV, et al. Some results of scientific research on the problem of organochlorine compounds formed during chlorination of water. *Hygienic Nuke and Practice at the Turn of the Centuries: Materials of the XIV Congress of Hygienists of Ukraine*. Dnepropetrovsk. 2004; I: 114-6. [Ukrainian].
19. *European Union Council Directive 98/83 / EC of 11.3.1998 on the quality of water intended for human consumption*. 1998 [Digital resource]. Available from: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_963.
20. Dmitrenko OA. *Hygienic assessment of the influence of drinking water chloroform on the health of the population: avtoref. dis. ... kand. med. nauk, Abstr. PhDr. (Med.)*. Kiev, 2011. 20 s. [Russian].

УДК 616.3: 628.1.033: 502.175: 711.454

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ ОТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В г. ДНЕПР И В г. КАМЕНСКОЕ

Зайцев В. В., Рублевская Н. И., Красота Т. В.,
Банникова Я. В., Подберезная И. И.

Резюме. Для обеспечения 80% населения Украины питьевой водой используют поверхностные водоисточники хозяйственно-питьевого водоснабжения, качество воды которых ухудшается в последние годы. Среди многих причин неудовлетворительного состояния водоисточников в Украине наиболее весомой является сброс сточных вод.

Недостаточно очищенные или неочищенные сточные воды загрязняют водоисточника органическими веществами, взвешенными частицами, патогенными и условно патогенными бактериями, цистами простых, вирусами, яйцами гельминтов. Для обеспечения эпидемической безопасности питьевой воды используют обеззараживания.

Наиболее распространенным методом является хлорирование. При взаимодействии органических веществ, содержащихся в воде водоисточника с соединениями хлора образуется ряд хлорорганических веществ (ХОС), среди которых 75% составляет хлороформ. Опасность ряда ХОС, как четыреххлористый углерод, бромдихлорметана, дибромхлорметан, хлоралгидрат, связанная с их выраженными кумулятивными свойствами. Некоторые ХОС обладают способностью вызывать наиболее неблагоприятный из

всех отдаленных эффектов – развитие злокачественных опухолей. Доказано, что наиболее токсичными канцерогенами для человека ХФ, четыреххлористый углерод, 2,4,6-трихлорфенол, бромдихлорметана, которые отнесены к группе 2Б по классификации Международной организации по исследованию рака.

Для проведения исследований были использованы данные по содержанию хлороформа в воде водопроводной, воде из резервуара чистой воды насосно-фильтровальной станции, обеспечивающие население питьевой водой. Проведена гигиеническая оценка и расчет канцерогенного риска для населения городов Днепр и Каменское.

Ключевые слова: питьевая водопроводная вода, хлорорганические соединения, хлороформ, канцерогенный риск.

UDC 616.3: 628.1.033: 502.175: 711.454

Estimation of Carcinogenic Risks of Drinking Water Consumption in the Cities of Dnipro and Kamyan'sk

Zaitsev V. V., Rublevskaya N. I., Krasota T. V., Bannikova Y. V., Pidberezns I. I.

Abstract. To provide 80% of the population of Ukraine with drinking water, they use superficial water sources of commercial drinking water supply. Thus, the water quality has deteriorated in recent years. The most significant among a variety of reasons for the unsatisfactory state of water sources in Ukraine is the discharge of sewage.

Insufficiently cleaned or untreated sewage pollute water sources with organic substances, suspended particles, pathogenic and conditionally pathogenic bacteria, simple cysts, viruses, eggs of worms. To ensure epidemic safety of drinking water, disinfection is used.

The most common method is chlorination. In the interaction of water organic substances with compounds of chlorine form a number of organochlorine substances (HOC), among which 75% is chloroform. The risk of a number of HOCs, such as carbon tetrachloride, bromochloromethane, dibromochloromethane, chloral hydrate, is associated with their pronounced cumulative properties. Some HOS have the ability to cause the most adverse effects of all remote effects, the development of malignant tumors. It has been proved that humans are the most toxic carcinogens for human HF, carbon tetrachloride, 2,4,6-trichlorophenol, bromodichloromethane, which are classified in group 2B according to the classification of the International Organization for Research on Cancer.

For conducting this research we used data regarding the content of chloroform in the water of the water source, water from the reservoir of pure water of the pump-filtering station, providing the population with drinking water. Hygienic estimation and calculation of carcinogenic risk for the population of Dnipro and Kamianske cities has been carried out.

Keywords: drinking tap water, chlororganic compounds, chloroform, cancer risk.

Стаття надійшла 15.09.2017 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування